

2.Степура І.В., Шокарев А.В., Павлов А.В., Самченко Р.В. Об устранении кренов деформированных зданий // Будівельні конструкції: Зб. наук. пр. – К.: НДІБК, 2008. – Вип.71, т.2. – С.119-129.

3.Пухальский Г.В. Опыт устранения крена и ликвидация просадочности в основании 9-этажного крупнопанельного дома // Здания и сооружения в сложных инженерно-геологических условиях. – К.: Будівельник, 1982. – С.111-117.

4.Патент №63427, Е02Д35/00, Украина. Спосіб вирівнювання будівель, споруд / Руденко А.А., Самченко Р.В., Степура І.В., Шокарев В.С., Юхименко А.И. Бюл. №19. – 2011. – 4 с.

5.Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1986. – 187 с.

6.Шокарев В.С., Чаплыгин В.И., Хилько С.В. и др. Автоматизированная информационно – измерительная система для мониторинга строительных объектов // Будівельні конструкції: Зб. наук. пр. – К.: НДІБК, 2004. – Вип. 61, т.1. – С.496-501.

Получено 27.04.2012

УДК 624.042.8 : 69.059

В.А.БАНАХ, канд. техн. наук, С.А.ЄРОФЄЄВ

Запорізька державна інженерна академія

ДИНАМІЧНІ ВПЛИВИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ТА ЇХ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ СКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Наведено результати досліджень динамічних впливів малої інтенсивності від технологічного обладнання на житлові будівлі та їх конструктивні елементи. Показана необхідність врахування таких впливів при реконструкції і можливість їх моделювання для аналізу напружено-деформованого стану конструкцій.

Приведены результаты исследований динамических воздействий малой интенсивности от технологического оборудования на жилые здания и их конструктивные элементы. Показана необходимость учета таких воздействий при реконструкции и возможность их моделирования для анализа напряженно-деформированного состояния конструкций.

The results of researches of dynamic influences with small intensity from a technological equipment on civil buildings and constructions are resulted. The necessity of accounting of such influences at a reconstruction and possibility of their modeling for an analysis of the stress-strain state of constructions is shown.

Ключові слова: реконструкція, динамічні впливи, розрахункові моделі, напружено-деформований стан, складні інженерно-геологічні умови.

Реконструкція будівель і споруд зазвичай пов'язана з використанням будівельної техніки, обладнання та устаткування, які призводять до динамічних впливів на будівельні конструкції. Особливо це впливає на експлуатованих в складних інженерно-геологічних умовах будівлі та споруди, які зазнали попередніх деформацій від нерівномірних осідань ґрунтової основи. Крім того, у більшості випадків реконструкція пов'язана із зміною призначення як окремих приміщень експлуатованих будів-

вель, так і значних їх частин. При цьому встановлюється устаткування, яке також додатково впливає на конструкції будівель. При реконструкції перших поверхів багатоповерхових будівель, наприклад, під продуктові магазини, встановлюються промислові холодильники і кондиціонери, під пральні – промислові пральні і сушарні машини з двигунами циклічного режиму роботи, під кафе – витяги, компресори, вентилятори витяжної і припливної вентиляції тощо.

Динамічні навантаження від такого обладнання та устаткування відносяться до категорії дій малої інтенсивності, і хоча вони, як правило, істотно не впливають на міцність і жорсткість несучих конструкцій, їх вплив на людей, які знаходяться в приміщеннях, може виявитися вкрай негативним. Крім того, для несучих конструкцій житлових будівель, експлуатованих в складних інженерно-геологічних умовах, такі навантаження можуть виявитися критичними у випадках, коли будівля підпала під вплив нерівномірних деформацій ґрунтової основи.

Вирішенню проблем, пов'язаних з моделюванням динамічних впливів на будівлі і споруди, урахуванню їхньої взаємодії з ґрунтовими основами, у тому числі із застосуванням методу кінцевих елементів, присвячено дослідження О.С. Городецького, О.О. Диховічного, І.Д. Євзерова, В.В. Кулябко, А.В. Перельмута, В.І. Слівкєра [1-4] та ін.

Проте проблемі врахування в розрахункових динамічних моделях взаємодії будівель і споруд з нерівномірно-деформованими основами динамічних впливів малої інтенсивності та вивченню їхнього впливу на напружено-деформований стан конструкцій будівель, досі не приділялося достатньої уваги.

Мета дослідження полягає у визначенні впливу динамічних навантажень малої інтенсивності на несучі конструкції реконструйованих будівель і споруд, які експлуатуються в складних інженерно-геологічних умовах.

Дослідження були проведені відповідно до пріоритетних наукових напрямів «Методи розрахунку та дослідження напружено-деформованого стану, у тому числі при наявності дефектів різного походження», «Науково обґрунтовані методи оцінки технічного стану та залишкового ресурсу конструкцій тривалої експлуатації» та «Динаміка, стійкість і оптимізація взаємодіючих дискретно-континуальних механічних систем», визначених наказом Міністерства освіти і науки та Національної академії наук України від 26.11.2009 р. № 1066/609 «Основні наукові напрями та найважливіші проблеми фундаментальних досліджень у галузі природничих, технічних і гуманітарних наук на 2009-2013 рр.».

Для правильного урахування динамічних навантажень малої інтен-

сивності на конструкції були складені детальні просторові розрахункові моделі будівель різних конструктивних систем з урахуванням основних конструктивних елементів. Для моделювання був використаний кінцевоелементний підхід, реалізований програмним комплексом LIRA-Windows 9.4 (ліцензія ДНДІАСБ № 1Д/549 для ЗДІА № 9У037014).

Дослідження проводилися у вигляді чисельного експерименту. Моделювалися реконструйовані будівлі з великим терміном експлуатації (30-80 років), деформовані внаслідок нерівномірних осідань ґрунтових основ. Були виконані серії розрахунків динамічних моделей з урахуванням різного місця розташування джерела вібрації для виявлення закономірностей поширення і загасання коливань.

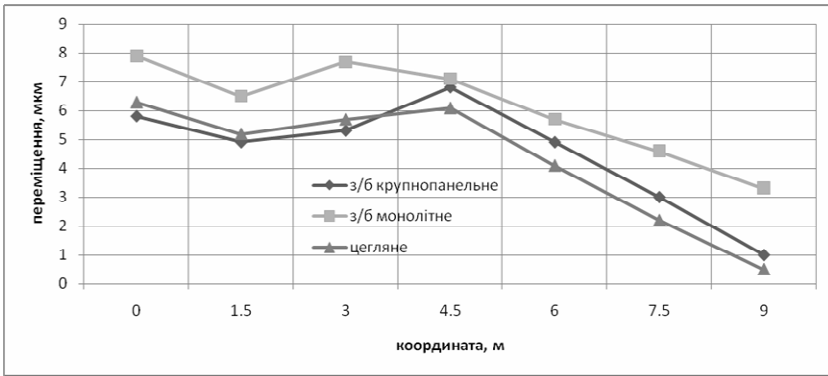
В результаті чисельного експерименту отримані віброграми для різних ділянок плит перекриттів над підвалом, де розташовано джерело вібрації, аналогічне промислового стаціонарному устаткуванню. Досліджувалася динамічна реакція не лише плити, на якій розташовано устаткування, але і плит перекриттів сусідніх приміщень. При цьому також вартювалося місце розташування джерела вібрації на плиті.

Отримані віброграми вертикальних і горизонтальних коливань плит перекриття. Крок зміщення контрольованої точки – 1,5 м. Віброграми отримані для точок вимірів з координатами 0; 1,5; 3,0 м (усередині приміщення); 4,5; 6,0; 7,5 м (за його межами). Розрахунки були виконані для будівель різних конструктивних систем: 9-поверхової крупнопанельної серії І-480а, 16-поверхової безкаркасної монолітної залізобетонної та 5-поверхової безкаркасної цегляної.

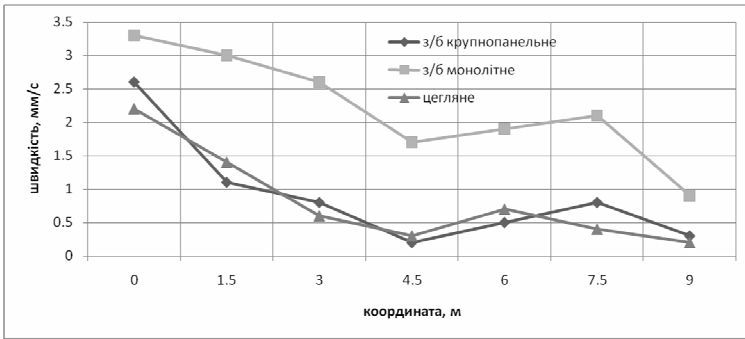
У результаті виконаних розрахунків був проведений аналіз залежностей загасання коливань по конструкціях перекриттів залежно від конструктивної системи будівлі та відстані до джерела вібрації. Результати зіставлення параметрів динамічної реакції будівель наведено на рис.1.

Для аналізу використовувалися максимальні за модулем значення показників без урахування фази. Результати аналізу показали, що загасання коливань в перекриттях будівель різних конструктивних систем відбувається по-різному, проте загальною тенденцією є наявність сплесків амплітуд на певних відстанях від джерела вібрації (6,0-7,5 м), що пов'язано з розташуванням цих ділянок в зоні середини прольоту сусідніх плит перекриттів.

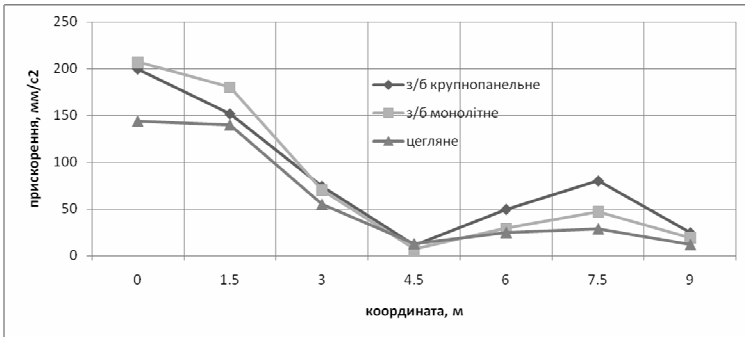
Залежно від конструктивної системи будівлі такі коливання інтенсивніше затухають в цегляних будівлях, маючи менші за абсолютною величиною значення, що пояснюється характером обпирання плит перекриттів на несучі стіни – шарнірним. Для монолітної безкаркасної будівлі отримані максимальні значення амплітуд переміщень, швидкостей та



a



б



в

Рис.1 – Залежність динамічних реакцій розрахункових моделей будівель від відстані до джерела вібрації:
 а – амплітуда переміщень, мкм; б – віброшвидкість, мм/с; в – віброприскорення, мм/с².

прискорень, оскільки зв'язок перекриттів з несучими стінами жорсткий. У крупнопанельній будівлі з'єднання перекриттів з несучими конструкціями моделювалися пружними зв'язками.

Також було проведено аналіз параметрів динамічної реакції залежно від використовуваної моделі взаємодії будівель з ґрунтовими основами. При цьому для усіх типів конструктивних систем для деформованої моделі було отримано збільшення значень динамічних реакцій (до 12,5 %) за рахунок урахування попередніх деформацій, накопичених за час тривалої експлуатації у складних інженерно-геологічних умовах, для моделі з урахуванням основи об'ємними кінцевими елементами – отримано зменшення значень динамічних реакцій (до 7,3%) за рахунок урахування демпфуючих властивостей ґрунтової основи.

За результатами розрахунків були розроблені частотні спектри коливань, які можуть слугувати первинними динамічними паспортами будівель [5, 6]. Приклад такого частотного спектру для 5-поверхової цегляної житлової будівлі за адресою: м. Запоріжжя, вул. 40 років Радянської України, 90а, приведений на рис.2.

Крім того, для досліджуваних об'єктів було зафіксовано перевищення допустимого прискорення вертикальних коливань при роботі центрифуги, що становить за результатами натурних вимірів $204,4 \text{ мм/с}^2$ – для крупнопанельної будівлі, $212,7 \text{ мм/с}^2$ – для монолітної, за результатами розрахунку – відповідно $207,1 \text{ мм/с}^2$ та $199,70 \text{ мм/с}^2$ при гранично допустимому 150 мм/с^2 . Це говорить про порушення санітарних вимог і необхідності застосування спеціальних заходів щодо гасіння коливань від працюючої центрифуги.

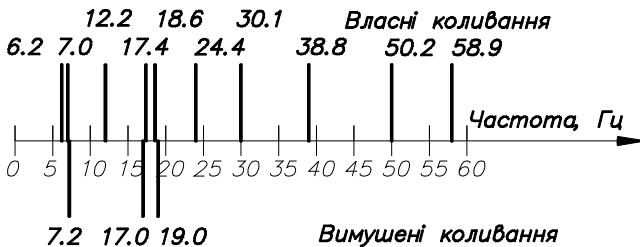


Рис.2 – Частотний спектр власних і вимушених коливань розрахункової моделі цегляної будівлі при динамічних впливах

Адекватність розрахункових моделей перевірена на відповідність динамічних характеристик моделі результатам натурних вимірів, отриманих при обстеженні реальних житлових експлуатованих будівель, в яких здійснюються заходи з реконструкції. Відхилення параметрів скла-

дають 3,0-13,8% для амплітуд, 9,5-17,2% – для швидкостей та 2,3-30,3% – для прискорень.

Висновки

1. При розрахунках будівель на динамічні впливи малої інтенсивності потрібне врахування просторової роботи конструкцій, що пов'язано із загасанням коливань на значних відстанях від джерела вібрації.

2. Потрібне врахування ґрунтових основ у розрахункових моделях для реалізації їхніх демпфуючих властивостей, що може бути реалізовано як використанням спеціальних кінцевих елементів, що моделюють однобічні пружні зв'язки, так і безпосереднім моделюванням ґрунтових основ об'ємними кінцевими елементами.

3. Загасання коливань у перекриттях будівель різних конструктивних систем відбувається по-різному, проте загальною тенденцією є наявність сплесків амплітуд на певних відстанях від джерела вібрації, що пов'язано з розташуванням цих ділянок у зоні середини прольоту сусідніх плит перекриттів.

4. Динамічні впливи малої інтенсивності можуть суттєво впливати на напружено-деформований стан конструкцій будівель і споруд у випадках, коли конструкції знаходяться у граничних станах з причини деформування конструктивної системи при нерівномірних осіданнях ґрунтових основ, але ж і в інших випадках слід перевіряти розрахунками дотримання вимог нормативних документів, у тому числі й санітарних.

1. Городецкий А. С. Компьютерные модели конструкций / А.С. Городецкий, И.Д. Евзеров. – К.: Факт, 2005. – 344 с.

2. Дыховичный А.А. Модели строительных конструкций и их идентификация : Дисс. ... д-ра техн. наук: 05.23.01 / Дыховичный Александр Александрович. – К., 1995. – 322 с.

3. Перельмутер А.В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А.В. Перельмутер, В.И. Сливкер. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 595 с.

4. Кулябко В. В. Динамика конструкций, зданий и сооружений. Ч. 1: Статико-динамические модели для анализа свободных колебаний и взаимодействия сооружений с основаниями и подвижными нагрузками / В.В. Кулябко. – Запорожье: ЗГИА, 2005. – 232 с.

5. Банах В.А. Использование результатов обследования существующих зданий для формирования и корректировки их расчетных моделей / В.А. Банах // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 76. – К.: Техніка, 2007. – С.101-106.

6. Банах В.А. Динамические воздействия на здания при реконструкции и особенности их учета / В.А. Банах, А.В. Банах // Материалы II Междунар. науч.-техн. интернет-конф. «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства». – Харьков: ХНАГХ, 2007. – С.41-43.

Отримано 27.04.2012